

**Inductive position sensor measuring linear or rotary movement - has magnetisable core locally saturated by external magnetic field to obtain virtual air gap****Publication number:** DE3914787 (A1)**Publication date:** 1990-11-08**Inventor(s):** HERMANN MICHAEL [DE]; JAEHNIG LUTZ DR [DE]; HIRRLINGER WOLFGANG [DE] +**Applicant(s):** HERMANN MICHAEL DIPL PHYS [DE] +**Classification:**

- international: G01D5/20; G01D5/12; (IPC1-7): G01B7/00, G01D5/20

- European: G01D5/20B

**Application number:** DE19893914787 19890505**Priority number(s):** DE19893914787 19890505**Abstract of DE 3914787 (A1)**

Linear or rotary movements are transferred to one or more movable permanent or electro magnets via assigned mechanical coupling members. A combination of permanent and electro magnets can be used. The associated magnetic fields affect the core material of the assigned electrical coils. An unambiguous change of the inductive characteristics of these coils results. The movements can be transferred to one or more inductances or transformer windings. The permanent or electro magnets can be used to vary inductances or transformer windings. ADVANTAGE - High accuracy and reliability including at high temperatures at economic mfg. cost.

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3914787 A1

⑬ Int. Cl. 5:  
G 01 B 7/00  
G 01 D 5/20

DE 3914787 A1

⑯ Aktenzeichen: P 39 14 787.8  
⑯ Anmeldetag: 5. 5. 89  
⑯ Offenlegungstag: 8. 11. 90

⑰ Anmelder:

Hermann, Michael, Dipl.-Phys., 7730  
Villingen-Schwenningen, DE

⑰ Erfinder:

Hermann, Michael, 7730 Villingen-Schwenningen,  
DE; Jähnig, Lutz, Dr., 8972 Sonthofen, DE; Hirrlinger,  
Wolfgang, 7730 Villingen-Schwenningen, DE

⑯ Induktiv arbeitender Positionssensor

Induktiver Weg- oder Drehgeber mit magnetisierbarem Kern. Der Kern wird durch magnetische Fremdfelder lokal in Sättigung gebracht und erhält damit einen virtuellen Luftsait. Die geometrische Verschiebung des virtuellen Luftsait bewirkt Veränderung der Selbstinduktion der Spulen oder eine Veränderung des Transformationsverhältnisses. Linearisierung der Geberkurve erfolgt durch Differenz-Anordnung oder durch Beschaltung der Spulen mit zusätzlichen komplexen Widerständen.

DE 3914787 A1

Die Erfindung betrifft einen Sensor oder Geber mit elektrischer Signalgabe zur Messung von linear oder rotatorisch verlaufenden Bewegungen.

Solche Geber werden für sehr viele Zwecke benötigt und sind daher in vielfältigster Ausführungsform bekannt. Ebensso werden unterschiedlichste physikalische Prinzipien verwendet.

Der Erfundung liegt die Aufgabe zugrunde, einen solchen Sensor bereitzustellen, der sich bei guter Genauigkeit und hoher Zuverlässigkeit, insbesondere auch bei erhöhten Temperaturen, dennoch durch preiswerte Herstellkosten auszeichnen soll.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Teile der Ansprüche 1, 5 und folgende.

Der Erfundung liegt der Gedankengang zugrunde, daß der nutzbare Hub bei linearen variablen Differenzialtransformatoren durch die Länge des verschiedenen Eisenkerns ungünstig limitiert wird. In anderer Formulierung bedeutet dies, daß für einen vorgegebenen Meß-Hub LVDTs eingesetzt werden müssen, deren Baulänge etwa doppelt so groß ist wie der nutzbare Hub. Diese Problematik läßt sich nun erfundungsgemäß dadurch umgehen, daß der Eisenkern unbeweglich angeordnet wird und sich insgesamt über die Länge von Primär- und Sekundärsäulen erstreckt.

Das variable Transformationsverhältnis wird erfundungsgemäß durch einen verschiebbaren virtuellen Luftspalt 53 bewirkt.

Gegenstand der Erfundung ist es daher insbesondere, diesen virtuellen Luftspalt durch Einwirkung eines konzentrierten, eher kleinräumig wirkenden Magnetfeldes auf das Kernmaterial der Spule zu erzeugen.

Bei Verwendung eines geeigneten Kermaterials und geeigneten genügend starken Permanent- oder Elektromagneten 51 wird dadurch nämlich lokale Sättigung des Kermaterials 52 hervorgerufen.

Eine solche Sättigung führt bekanntlich dazu, daß überlagerte magnetische Kleinwechselfelder vergleichbare Bedingungen vorfinden, als wenn praktisch kein ferromagnetisches Material existente wäre. Die gleichen Überlegungen gelten für Teilgebiete mit magnetischer Sättigung. Auch hier werden magnetische Kleinwechselfelder so beeinflußt, als wenn ein solches Teilgebiet praktisch keinen Ferromagnetismus mehr besitzt.

Dieser Effekt läßt sich dazu nutzen, einen Transfomator mit variabilem Transformationsverhältnis zu konstruieren. (Fig. 6) So können zum Beispiel zwei gegenüberliegende Seiten eines Transformatortrochs mit in wesentlicher ebener, flacher Form mit zwei gleichgroßen Spulen bewickelt werden und eine dazwischenliegende Seite mit einer weiteren Spule. Werden die beiden ersten Spulen als gegenphasig arbeitende Primärspulen geschaltet, so wird in der dritten, als Sekundärsäule geschalteten Spule keine Spannung induziert (Fig. 11).

Dieses Verhalten ändert sich jedoch, wenn wie oben beschrieben durch Permanentmagneteneinwirkung auf das Kermaterial in Nähe der Sekundärsäule eine kinetische Asymmetrie eingerichtet wird. (Fig. 11).

Unter dieser Voraussetzung wird in der Sekundärsäule nämlich die Differenz der Teilspannungen induziert, die sich von den beiden Teilflüssen herleiten, welche durch die Primärspulen erzeugt werden.

Die Phasenlage der Sekundärspannung wird sich demzufolge danach richten, welche Primärspule den größeren Einfluß auf die Ausgangsspannung besitzt

wird.

Die konstruktive Ausgestaltung dieses Prinzips kann auf sehr vielfältige Weise geschehen, da der magnetische Fluß nicht notwendigerweise vollständig durch ferromagnetische Materialien geleitet werden muß, sondern auch als Streufluß durch die Luft geführt werden kann. Somit sind ebene Spulenanordnungen gemäß Fig. 3, 10 genauso verwendbar wie solche mit zylindrischen Oberflächen.

Ein Vertauschen von Primär- und Sekundärsäulen ändert die Wirkungsweise dieser Sensoren nicht prinzipiell, da nur das transformatorische Übersetzungsverhältnis beeinflußt wird.

Neben den genannten Ausführungsformen mit zwei gegenüberliegenden geschalteten Primärspulen sind natürlich auch Ausführungsformen mit nur einer Primärspule verwendbar. In der Regel werden diese Anordnungen jedoch nicht eine vergleichbar gute Linearität des Ausgangssignals besitzen (bezogen auf die Verschiebung des Sättigungsfeldes). Diesem Nachteil kann erfundungsgemäß dadurch abgeholfen werden, daß entweder die Sekundärsäule einen Kern erhält, dessen geometrische Struktur längs der Sekundärsäule modifiziert ist, d.h. z. B. schmäler oder breiter oder daß die Sekundärsäule mit unterschiedlicher Wicklungsdichte über ihre Länge bewickelt wird.

Diese Alternativen, die natürlich auch kombiniert werden können, zeigt Fig. 9.

Wie sich des Weiteren gezeigt hat, existiert eine weitere Linearisierungsmöglichkeit, wenn der Eingangswiderstand der Primärspule bzw. der Ausgangswiderstand der Sekundärsäule mit Anpaßimpedanzen, d.h. komplexen Widerständen beschaltet wird (Fig. 7).

Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die Belastung der Sekundärsäule mit einer Kapazität, welche nach konstruktiven Gegebenheiten des Sensors und der Betriebsfrequenz der Primärspule spezifiziert wird.

Unter Berücksichtigung solcher Eingangs- und Ausgangs-Zusatzaufgaben ist es ferner möglich, den Sensor mit seinen variablen Induktivitätsanteilen in eine Oszillatorschaltung einzubauen. Es ergibt sich auf diese Weise eine Schwingfrequenz des Oszillators, die abhängig ist von der Position des in Sättigung gebrachten Kermaterials (Fig. 8).

Diese Schaltungsanordnung hat den Vorteil, daß auf eine Messung der Sekundärspannung mit analogen, zu meist teuren Mitteln verzichtet werden kann und stattdessen eine Frequenz- bzw. Impulszeitmessung ausgeführt werden kann. Messungen dieser Art besitzen bekanntlich den Vorteil, daß bei sehr hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit nur geringer meßtechnischer Aufwand erforderlich ist und bei Verwendung eines Mikroprozessorsystems dessen vorhandene Möglichkeiten die Frequenzmessung praktisch ohne Mehrkosten gestatten.

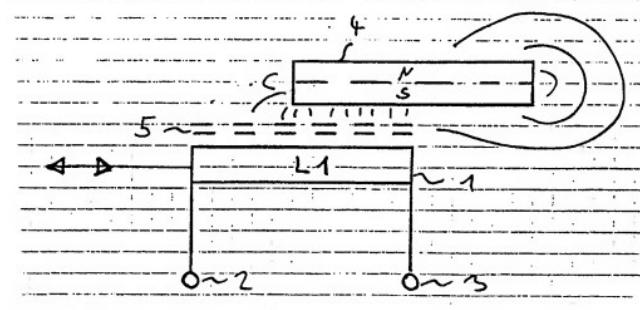
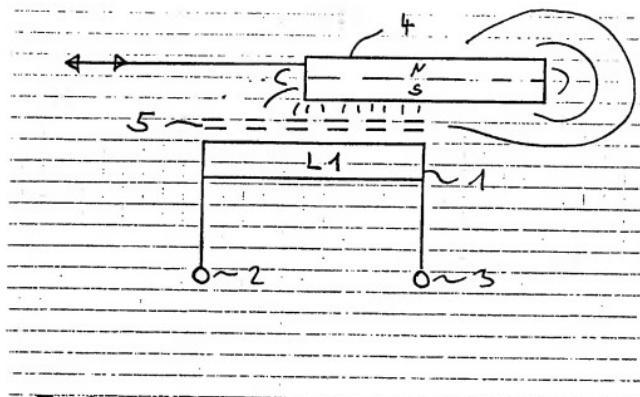
In einer weiteren Ausgestaltung der Erfundung werden Maßnahmen vorgesehen, die den Einfluß von externen magnetischen Gleich- oder Wechselfeldern reduzieren.

Dies kann insbesondere durch äußerlich angebrachte Schirmungen erreicht werden, wobei sowohl hochpermeable als auch hoch magnetisierbare Werkstoffe vorgesehen werden sollten. Je nach Erfordernis kann es sich bei solchen Schirm-Teilen um massive oder auch aus Blech gefertigte Teile handeln (Fig. 10).

## 3 Patentansprüche

1. Geberanordnung zur Messung von linearen oder rotatorisch verlaufenden Bewegungen, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungen der oben genannten Arten über geeignete mechanische Koppelglieder auf einen oder mehrere bewegliche Permanent- oder Elektromagneten bzw. einer Kombination dieser übertragen werden und durch Einwirkung von zugehörigen Magnetfeldern auf Kernmaterialien von zugeordneten elektrischen Spulen eine eindeutige Veränderung induktiver Eigenschaften solcher Spulen erzielt. 5
2. Geberanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungen der oben genannten Arten über geeignete mechanische Koppelglieder auf eine oder mehrere bewegliche Induktivitäten übertragen werden. 15
3. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungen der oben genannten Arten über geeignete mechanische Koppelglieder auf eine oder mehrere bewegliche Transformator-Wicklungen übertragen werden. 20
4. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Bewegungen der oben genannten Arten über geeignete mechanische Koppelglieder zum einen auf Permanent- oder Elektromagneten, zum anderen auf Induktivitäten oder Transformator- 25 Wicklungen übertragen werden.
5. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zu beeinflussende Kernmaterial nach Anspruch 1 durch vorgenannte Magnete lokal teilweise oder zu 100% in magnetische Sättigung gebracht wird. 35
6. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Induktivitäten oder Transformatorspulen in differentiell wirkender Ausführungsform zur Eliminierung verschiedenartiger Fehlereinflüsse ausgelegt werden. 40
7. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Induktivitäten oder Transformatorspulen mit zusätzlichen, externen komplexen Abschluß- bzw. Eingangs widerständen versehen werden. 45
8. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Induktivitäten oder Transformatorspulen mit geeigneten elektronischen Schaltungen als frequenzbestimmende(s) Element(e) eines RLC-Oszillators verwendet werden. 50
9. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch spezielle geometrische Formgebung der Kernmaterialien eine Linearisierung der Geberkurvenlinie bewirkt wird. 55
10. Geberanordnung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß durch äußerlich angebrachte magnetische Schirmmaterialien eine Reduzierung des Einflusses von magnetischen Gleich- oder Wechselfeldern stattfindet. 60 65

**— Leerseite —**



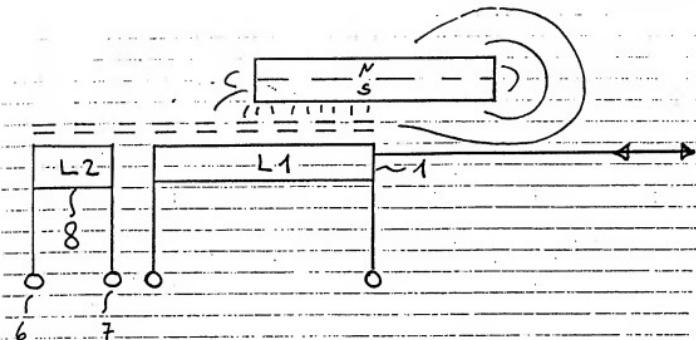


FIG. 3

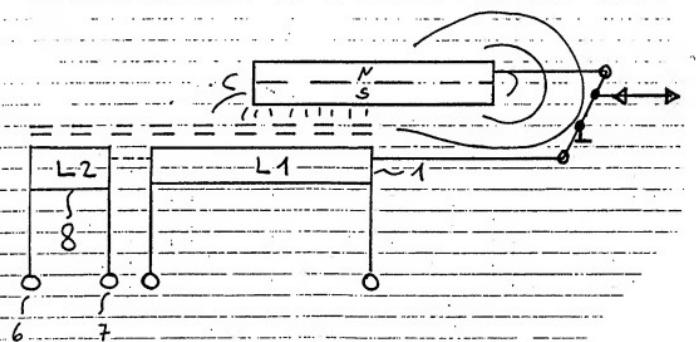


FIG. 4

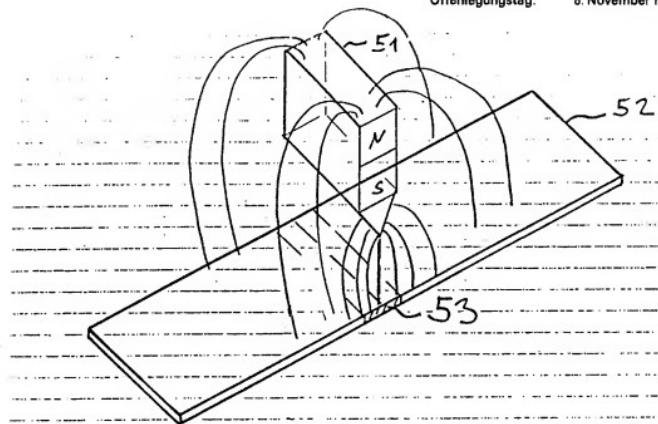


FIG. 5

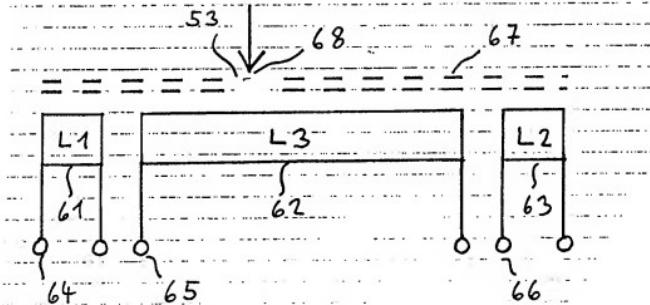
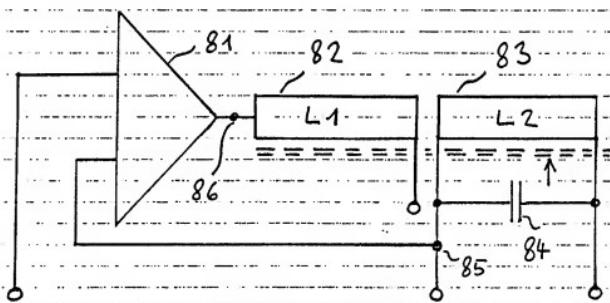
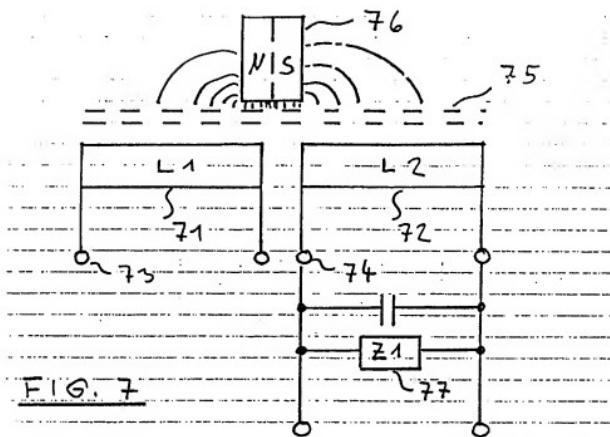


FIG. 6



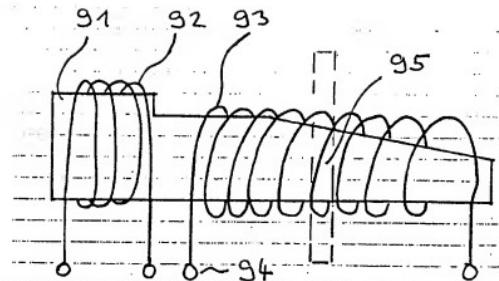


FIG. 9

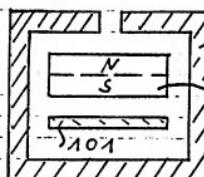


FIG. 10

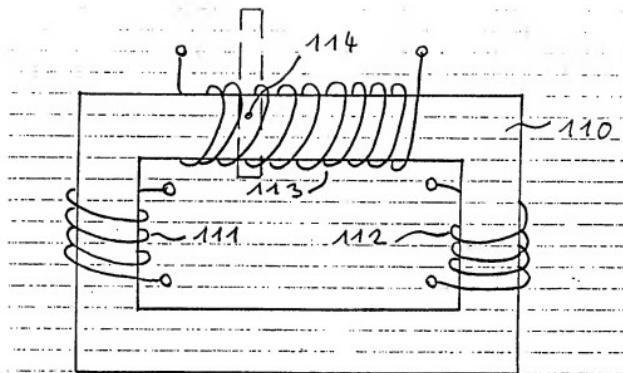


FIG. 11